

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2023.06.013  
文章编号: 1005-8982 (2023) 06-0071-06

临床研究·论著

## 不同频率血液透析滤过联合高通量血液透析治疗尿毒症的效果分析及对预后的影响\*

刘倩<sup>1</sup>, 蒲萌萌<sup>1</sup>, 杨凯<sup>1</sup>, 霍鹏飞<sup>2</sup>, 张凤超<sup>3</sup>

(邢台市人民医院 1. 肾脏内科, 2. 血液净化室, 3. 急诊科, 河北 邢台 054000)

**摘要:** **目的** 分析不同频率血液透析滤过联合高通量血液透析(HFHD)对尿毒症血管相关分子物质清除及预后的影响。**方法** 选取2016年7月—2021年7月在邢台市人民医院行血液透析的尿毒症患者122例为研究对象, 随机分为对照组和研究组, 每组61例。两组均给予血液透析滤过和HFHD治疗, HFHD治疗完全相同, 但对照组血液透析滤过治疗1次/月, 研究组血液透析滤过治疗1次/周。两组自治疗起始随访12个月。对比两组治疗前后血管相关分子物质清除情况、患者营养状况、炎症因子及肾功能, 比较两组用药情况及近期预后。**结果** 研究组治疗前后血钙、血磷、血钾的差值均高于对照组( $P < 0.05$ )。研究组治疗前后血红蛋白、白蛋白、转铁蛋白的差值均高于对照组( $P < 0.05$ )。研究组治疗前后超敏C反应蛋白(hs-CRP)、白细胞介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子- $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )的差值均高于对照组( $P < 0.05$ )。研究组治疗前后血尿素氮、血肌酐、残余尿量的差值均高于对照组( $P < 0.05$ )。研究组治疗前后促红细胞生成素、静脉铁剂用量的差值均高于对照组( $P < 0.05$ )。两组总不良事件发生率比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论** 相对于1次/月血液透析滤过治疗, 1次/周的血液透析滤过治疗联合HFHD能更有效地清除尿毒症患者血管相关分子物质, 改善患者营养状况及肾功能, 降低炎症因子, 减少促红细胞生成素、静脉铁剂用量。

**关键词:** 尿毒症; 血液透析滤过; 频率; 效果

**中图分类号:** R692.5

**文献标识码:** A

## Effects of different frequency of hemodiafiltration combined with HFHD on clearance of uremic toxins and prognosis of uremia\*

Liu Qian<sup>1</sup>, Pu Meng-meng<sup>1</sup>, Yang Kai<sup>1</sup>, Huo Peng-fei<sup>2</sup>, Zhang Feng-chao<sup>3</sup>

(1. Department of Nephrology, 2. Hemopurification Center, 3. Department of Emergency, Xingtai People's Hospital, Xingtai, Hebei 054000, China)

**Abstract: Objective** To analyze the effects of different frequency of hemodiafiltration combined with high flux hemodialysis (HFHD) on the clearance of uremic toxins and prognosis of uremia. **Methods** A total of 122 patients with uremia who received hemodialysis in our hospital from July 2016 to July 2021 were selected and divided into the control group and the research group randomly, with 61 cases in each group. Both groups were given hemodiafiltration and HFHD treatment. The frequency of HFHD treatment was consistent between the two groups. In contrast, the control group was treated with hemodiafiltration once a month, while the study group was treated with hemodiafiltration once a week. The two groups were followed up for 12 months from the start of treatment. The clearance of uremic toxins, nutritional status, levels of inflammatory factors and renal function of the two groups before and after the treatment were compared. The drug use and short-term prognosis of the two groups were also compared. **Results** The differences of serum levels of calcium, phosphorus and potassium before and after the

收稿日期: 2022-09-27

\* 基金项目: 河北省自然科学基金(No: 2019865)

treatment in the study group were higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The differences of the levels of hemoglobin, serum albumin and transferrin before and after the treatment in the study group were higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The differences of the levels of high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), interleukin-6 (IL-6) and tumor necrosis factor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) before and after the treatment in the study group were higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The differences of the levels of blood urea nitrogen and serum creatinine and residual urine volume before and after the treatment in the study group were higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The differences of the dosages of erythropoietin and intravenous iron before and after the treatment in the study group were higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in the overall incidence of adverse events between the two groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusions** Compared with hemodiafiltration once a month, that once a week clears the uremic toxins more effectively, improves the nutritional status and renal function of uremia patients, and reduces the levels of inflammatory factors and dosages of erythropoietin and intravenous iron when combined with HFHD.

**Keywords:** uremia; hemodiafiltration; frequency; effect

尿毒症是慢性肾脏病的终末期,维持性血液透析是临床针对尿毒症患者最有效的肾脏替代治疗手段<sup>[1-2]</sup>。维持性血液透析治疗的尿毒症患者预后不甚理想,有资料指出死亡的血液透析患者平均透析龄约3.7年<sup>[3]</sup>,约45%血液透析患者可在透析后3年内死亡<sup>[4]</sup>。尿毒症患者的血管相关分子物质清除不理想、营养状况不佳、体内炎症反应剧烈、肾功能状况差等均与血液透析患者预后密切相关,如何安全、高效地改善尿毒症患者的预后,降低其再住院率是临床急需解决的问题。

目前国内外研究指出,高通量血液透析(high flux hemodialysis, HFHD)基于反超滤原理操作,且透析膜孔径较大,在清除尿毒症患者血管中分子毒素及炎性介质方面具有一定优势<sup>[5-6]</sup>。血液透析滤过是尿毒症患者常用的又一治疗手段,血液透析滤过将弥散与对流特性相互结合,毒素清除效果优于血液透析,血液透析滤过联合HFHD对中分子毒素清除效果更佳,并降低透析相关并发症的发生风险,改善透析患者的预后<sup>[7-8]</sup>。目前关于血液透析滤过联合HFHD治疗中,血液透析滤过应采用何种频率才能达到最佳治疗效果尚缺乏报道。本研究通过

比较不同频率血液透析滤过(1次/周、1次/月)联合HFHD治疗尿毒症的效果,明确血液透析滤过联合HFHD治疗中不同血液透析滤过治疗频率的优劣,以为临床制订尿毒症患者最适宜的血液净化方案提供数据支撑。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2016年7月—2021年7月在邢台市人民医院行血液透析的尿毒症患者122例为研究对象,随机分为对照组、研究组,各61例。两组患者性别构成、年龄、透析龄、原发疾病、血肌酐、血尿素氮、血红蛋白、白蛋白、血磷、血钾、血钙、残余尿量比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性(见表1)。本研究经医院医学伦理委员会审批,患者及其家属均签署知情同意书。

### 1.2 纳入与排除标准

**1.2.1 纳入标准** ①符合《肾脏病诊疗指南第3版》<sup>[9]</sup>尿毒症诊断标准; ②需接受维持性血液透析治疗; ③维持性血液透析治疗>3个月; ④年龄>18岁。

表1 两组患者临床资料比较 ( $n=61$ )

组别	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )	透析龄/(月, $\bar{x} \pm s$ )	原发疾病/例			血肌酐/( $\mu\text{mol/L}$ , $\bar{x} \pm s$ )
				慢性肾小球肾炎	糖尿病肾病	高血压肾病	
对照组	36/25	53.85 $\pm$ 8.47	49.77 $\pm$ 8.23	45	10	6	870.35 $\pm$ 120.54
研究组	34/27	54.69 $\pm$ 8.36	50.93 $\pm$ 8.14	46	12	3	851.96 $\pm$ 117.87
$t/\chi^2$ 值	0.134	0.551	0.783		1.193		0.852
$P$ 值	0.714	0.582	0.435		0.551		0.396

续表1

组别	血尿素氮/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	血红蛋白/ (g/L, $\bar{x} \pm s$ )	血白蛋白/ (g/L, $\bar{x} \pm s$ )	血磷/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	血钾/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	血钙/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	残余尿量/ (mL/24 h, $\bar{x} \pm s$ )
对照组	26.14 ± 3.52	101.74 ± 12.36	35.02 ± 4.95	1.74 ± 0.25	4.82 ± 0.63	2.17 ± 0.35	310.25 ± 60.03
研究组	25.89 ± 3.43	102.96 ± 12.48	34.69 ± 4.71	1.76 ± 0.23	4.91 ± 0.69	2.19 ± 0.38	313.42 ± 58.47
<i>t</i> / $\chi^2$ 值	0.397	0.542	0.377	0.460	0.752	0.302	0.295
<i>P</i> 值	0.692	0.588	0.707	0.646	0.453	0.763	0.768

**1.2.2 排除标准** ①伴有急性创伤、凝血功能障碍、严重贫血(血红蛋白 $< 80$  g/L);②伴有自身免疫性疾病、急性感染、遗传综合征;③伴有严重不可控的基础疾病;④伴有恶性肿瘤及其他重要脏器功能障碍;⑤医患沟通障碍;⑥治疗期间行肾脏移植术;⑦近3个月内出现不稳定心绞痛、急性脑/心肌梗死、脑出血、心力衰竭等心脑血管事件;⑧预期寿命 $< 3$ 个月;⑨自然失访。

### 1.3 方法

**HFHD治疗:**选取聚砜膜中空纤维透析器(FX60型号,德国费森尤斯公司),膜面积 $1.3 \text{ m}^2$ ,超滤系数 $40 \text{ mL}/(\text{mmHg} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^2)$ ,建立动静脉内瘘透析通路,透析液为碳酸氢盐溶液,透析液流量 $500 \text{ mL}/\text{min}$ ,血流量 $250 \sim 350 \text{ mL}/\text{min}$ ,肝素抗凝,治疗时间 $4 \text{ h}/\text{次}$ , $3 \text{ 次}/\text{周}$ 。

**血液透析滤过治疗:**透析机(4008S型号,德国费森尤斯公司)设为后置换方式,置换液量 $\geq 15 \text{ L}$ ,血流量为 $250 \sim 350 \text{ mL}/\text{min}$ ,透析液流量 $500 \text{ mL}/\text{min}$ ,治疗时间 $4 \text{ h}/\text{次}$ 。

两组均给予HFHD和血液透析滤过治疗,两组HFHD治疗完全相同,但血液透析滤过治疗频率不同,对照组血液透析滤过治疗 $1 \text{ 次}/\text{月}$ ,研究组血液透析滤过治疗 $1 \text{ 次}/\text{周}$ 。

### 1.4 观察指标

**1.4.1 血管相关分子物质** 患者治疗前(入组前1 d)、治疗后(持续治疗12个月后1 d)抽取静脉血液,采用全自动生化分析仪(BS-220型号,深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)检测血磷、血钙、血钾水平。

**1.4.2 营养状况** 患者治疗前后抽取静脉血,采用全自动生化分析仪检测血白蛋白、前白蛋白、转铁蛋白、血红蛋白水平。

**1.4.3 炎症因子** 治疗前后分别抽取患者空腹静

脉血 $3 \text{ mL}$ , $1\ 000 \text{ r}/\text{min}$ 离心 $10 \text{ min}$ ,离心半径 $12 \text{ cm}$ ,收集血清,采用酶联免疫吸附试验测定血清超敏C反应蛋白(high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、白细胞介素-6(Interleukin-6, IL-6)、肿瘤坏死因子- $\alpha$ (tumor necrosis factor- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ )水平,试剂盒购自武汉赛培生物科技有限公司。

**1.4.4 肾功能** 两组患者治疗前后抽取空腹静脉血 $3 \text{ mL}$ ,采用全自动生化分析仪检测血尿素氮、肌酐水平;患者治疗前后排空膀胱,通过超声测定膀胱的残余尿量。患者排空膀胱后,下腹部膀胱横切面测定膀胱内暗区的左右径、前后径,纵切面测定上下径,根据3径线自动算出残余尿量。

**1.4.5 用药情况** 于两组治疗前后记录患者促红细胞生成素、静脉铁剂用量,静脉铁剂使用条件:转铁蛋白 $< 100 \text{ ng}/\text{mL}$ 、转铁蛋白饱和度 $< 20\%$ ,转铁蛋白 $200 \sim 500 \text{ ng}/\text{mL}$ 最佳、转铁蛋白饱和度为 $30\% \sim 40\%$ 最佳,可根据此调整静脉铁剂用量。

**1.4.6 近期预后** 自治疗起始,每月以门诊、电话方式随访1次,共随访12个月,统计随访透析治疗期间患者心脑血管意外、感染及营养不良等不良事件发生情况。

### 1.5 统计学方法

数据分析采用SPSS 18.0统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,比较用 $t$ 检验;计数资料以构成比或率( $\%$ )表示,比较用 $\chi^2$ 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者血管相关分子物质清除情况

两组患者治疗前后血钙、血磷、血钾的差值比较,经 $t$ 检验,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),研究组治疗前后血钙、血磷、血钾的差值均高于对照组。见表2。

表 2 两组患者治疗前后血钙、血磷和血钾的差值比较  
( $n=61$ , mmol/L,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	血钙差值	血磷差值	血钾差值
对照组	0.12 ± 0.02	0.15 ± 0.02	0.16 ± 0.03
研究组	0.15 ± 0.03	0.19 ± 0.04	0.29 ± 0.04
<i>t</i> 值	6.499	6.986	20.307
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000

## 2.2 两组患者营养状况的变化

两组患者治疗前后血红蛋白、血白蛋白、转铁蛋白的差值比较,经 *t* 检验,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),研究组治疗前后血红蛋白、血白蛋白、转铁蛋白的差值均高于对照组。见表 3。

表 3 两组患者治疗前后血红蛋白、血白蛋白和转铁蛋白的差值比较 ( $n=61$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	血红蛋白差值/ (g/L)	血白蛋白差值/ (g/L)	转铁蛋白差值/ (mg/dL)
对照组	10.05 ± 1.86	5.98 ± 0.92	28.96 ± 4.57
研究组	12.74 ± 2.13	6.79 ± 1.03	32.81 ± 5.62
<i>t</i> 值	7.430	4.581	4.151
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000

## 2.3 两组患者炎症因子的变化

两组患者治疗前后 hs-CRP、IL-6、TNF- $\alpha$  的差值比较,经 *t* 检验,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),研究组治疗前后 hs-CRP、IL-6、TNF- $\alpha$  的差值均高于对照组。见表 4。

表 4 两组患者治疗前后 hs-CRP、IL-6 和 TNF- $\alpha$  的差值比较 ( $n=61$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	hs-CRP 差值/ (mg/L)	IL-6 差值/ (pg/mL)	TNF- $\alpha$ 差值/ (pg/mL)
对照组	7.23 ± 1.14	28.63 ± 4.57	30.01 ± 4.63
研究组	8.69 ± 1.27	31.84 ± 5.96	32.95 ± 5.24
<i>t</i> 值	6.682	3.338	3.284
<i>P</i> 值	0.000	0.001	0.001

## 2.4 两组患者肾功能的变化

两组患者治疗前后血尿素氮、血肌酐、残余尿量的差值比较,经 *t* 检验,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),研究组治疗前后血尿素氮、血肌酐、残余尿量的差值均高于对照组。见表 5。

表 5 两组患者治疗前后血尿素氮、血肌酐和残余尿量的差值比较 ( $n=61$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	血尿素氮差值/ (mmol/L)	血肌酐差值/ ( $\mu$ mol/L)	残余尿量差值/ (mL/24 h)
对照组	1.46 ± 0.24	28.05 ± 4.36	6.98 ± 1.04
研究组	3.02 ± 0.43	30.63 ± 4.58	10.23 ± 1.79
<i>t</i> 值	24.742	3.187	12.261
<i>P</i> 值	0.000	0.002	0.000

## 2.5 两组患者用药情况比较

两组患者治疗前后促红细胞生成素、静脉铁剂用量的差值比较,经 *t* 检验,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),研究组治疗前后促红细胞生成素、静脉铁剂用量的差值均高于对照组。见表 6。

表 6 两组患者治疗前后促红细胞生成素和静脉铁剂用量的差值比较 ( $n=61$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	促红细胞生成素用量 差值/(IU/周)	静脉铁剂用量 差值/(mg/周)
对照组	415.29 ± 71.64	9.05 ± 1.17
研究组	998.57 ± 126.36	10.28 ± 1.53
<i>t</i> 值	31.362	4.988
<i>P</i> 值	0.000	0.000

## 2.6 两组患者近期不良事件发生率比较

两组患者总不良事件发生率比较,经  $\chi^2$  检验,差异无统计学意义 ( $\chi^2=1.900, P=0.168$ )。见表 7。

表 7 两组患者近期不良事件发生率比较 [ $n=61$ , 例(%)]

组别	心脑血管意外	感染	营养不良	合计
对照组	5(8.20)	3(4.92)	2(3.28)	10(16.39)
研究组	2(3.28)	2(3.28)	1(1.64)	5(8.20)

## 3 讨论

尿毒症患者的肾功能明显减弱,过量毒素堆积体内,可造成恶心呕吐、纳差、贫血、肾肺综合征等,若不及时有效治疗可短时间内导致患者死亡<sup>[10-11]</sup>。血液透析是尿毒症患者的主要治疗手段,有研究指出血液透析滤过与 HFHD 均可明显提升中分子毒素清除效率,改善血液透析患者微炎症状态<sup>[12]</sup>。血液透析滤过联合 HFHD 能否使尿毒症患者的临床获益更大,何种频率的血液透析滤过联合 HFHD 治疗效

果更佳尚缺乏权威研究证据,本研究则针对上述问题开展了研究,以便为制订尿毒症患者的血液透析治疗方案提供初步临床证据。

本研究结果显示,研究组治疗前后血钙、血磷、血钾的差值均高于对照组,研究组治疗前后血红蛋白、血白蛋白、转铁蛋白的差值均高于对照组,研究组治疗前后血尿素氮、血肌酐、残余尿量的差值均高于对照组,提示与1次/月血液透析滤过治疗相比,1次/周的血液透析滤过治疗联合HFHD能更有效地清除尿毒症患者血管相关分子物质,改善患者营养状况,保护残余肾功能。营养不良是尿毒症患者常见的并发症之一,尿毒症患者肾脏清除功能减弱,其血液中的中分子毒素可抑制红细胞生成,造成患者贫血,贫血可激活尿毒症患者肾素-血管紧张素-醛固酮系统,过量合成炎症细胞因子,导致肾血管收缩,肾血流量减少,影响患者预后<sup>[3]</sup>。血液透析滤过主要采用高通量合成膜,可明显增加溶质对流转运,笔者认为高频率(1次/周)血液透析滤过治疗联合HFHD可更有效地清除血管中毒素,降低尿毒症患者体内血钙、血磷、血钾等多种血管相关分子物质水平,增强肾脏清除功能,减轻血液中的分子毒素对红细胞生成的抑制作用,进而改善患者营养物质丢失现象;此外高频率(1次/周)血液透析滤过治疗联合HFHD可有效清除患者体内电解质、肌酐及尿素氮等小分子物质,有助于维持患者内环境稳定,改善肾功能。清除尿毒症患者血液中毒素可促进红细胞生成,进而改善患者营养状况。ZAVACKA等<sup>[14]</sup>研究指出,改善维持性血液透析患者钙磷代谢可明显纠正左心室肥厚状态,并纠正营养不良状况。

尿毒症患者体内堆积过量炎症细胞因子可导致糖脂代谢紊乱、蛋白丢失、肠胃功能减弱,不及时纠正可加剧患者体内炎症反应,导致营养不良,严重者可诱发严重感染甚至死亡。本研究结果显示,研究组治疗前后hs-CRP、IL-6、TNF- $\alpha$ 的差值均高于对照组,说明与1次/月血液透析滤过治疗相比,1次/周的血液透析滤过治疗联合HFHD更能抑制尿毒症患者炎症因子合成。笔者认为高频率(1次/周)血液透析滤过治疗联合HFHD不仅可更有效地清除尿毒症患者体内小分子物质,还可有效清除体内细胞因子、炎症因子等中分子物质,进而改善患者透

析过程中体内炎症状态,降低hs-CRP、IL-6、TNF- $\alpha$ 等炎症细胞因子水平。ALI等<sup>[15]</sup>研究指出,高频率血液透析滤过可明显降低维持性血液透析患者体内炎症因子含量。研究组治疗前后促红细胞生成素、静脉铁剂用量的差值均高于对照组,提示与1次/月血液透析滤过治疗相比,1次/周的血液透析滤过治疗联合HFHD可减少尿毒症患者促红细胞生成素、静脉铁剂用量,笔者推测可能与研究组患者毒素清除更彻底、营养状况及残余肾功能更佳,体内微炎症状态改善更为明显,病情控制更佳有关。刘颖等<sup>[16]</sup>研究也发现,在尿毒症患者中,相较于1次/月血液透析滤过治疗,1次/周的血液透析滤过治疗可明显减少促红细胞生成素及静脉铁剂用量,与本研究结果一致。理论上研究组1次/周的血液透析滤过治疗联合HFHD治疗效果更佳,不良事件发生风险应该更低,但本研究两组总不良事件发生率无差异,笔者推测可能与观察时间较短有关,后期仍需进一步验证。

综上所述,相较于1次/月血液透析滤过治疗,1次/周的血液透析滤过治疗联合HFHD能更有效地清除尿毒症患者血管相关分子物质,改善患者营养状况及肾功能,降低炎症因子,减少促红细胞生成素、静脉铁剂用量。本研究未统计患者远期治疗效果,且为单中心研究,后期将进一步开展多中心研究进一步验证本研究结论,并进行长期效果观察。

#### 参 考 文 献 :

- [1] JAWALE C V, LI D D, RAMANI K, et al. Uremia coupled with mucosal damage predisposes mice with kidney disease to systemic infection by commensal *Candida albicans*[J]. Immunohorizons, 2021, 5(1): 16-24.
- [2] STEL V S, de JONG R W, KRAMER A, et al. Supplemented ERA-EDTA registry data evaluated the frequency of dialysis, kidney transplantation, and comprehensive conservative management for patients with kidney failure in Europe[J]. Kidney Int, 2021, 100(1): 182-195.
- [3] WU P H, LIN Y T, LIU J S, et al. Comparative effectiveness of bisoprolol and carvedilol among patients receiving maintenance hemodialysis[J]. Clin Kidney J, 2021, 14(3): 983-990.
- [4] PERGOLA P E, ROSENBAUM D P, YANG Y, et al. A randomized trial of tenapanor and phosphate binders as a dual-mechanism treatment for hyperphosphatemia in patients on maintenance dialysis (AMPLIFY)[J]. J Am Soc Nephrol, 2021, 32(6): 1465-1473.

- [5] RUGGENENTI P, PODESTÀ M A, TRILLINI M, et al. Ramipril and cardiovascular outcomes in patients on maintenance hemodialysis: the ARCADIA multicenter randomized controlled trial[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2021, 16(4): 575-587.
- [6] 徐明芝, 安娜, 陈汝满, 等. 高通量透析与血液透析滤过对慢性肾衰竭患者 IL-17、CD16 表达影响[J]. *中国免疫学杂志*, 2020, 36(13): 1641-1646.
- [7] CIMINO C, BURNETT Y, VYAS N, et al. Post-dialysis parenteral antimicrobial therapy in patients receiving intermittent high-flux hemodialysis[J]. *Drugs*, 2021, 81(5): 555-574.
- [8] CHI X G, MA Z, ZHANG W B, et al. Effects of high-flux hemodialysis combined with levocarnitine on vascular calcification, microinflammation, hepcidin, and malnutrition of elderly patients on maintenance hemodialysis[J]. *Ann Palliat Med*, 2021, 10(3): 3286-3298.
- [9] 徐钢. 肾脏病诊疗指南[M]. 第 3 版. 北京: 科学出版社, 2013: 47-95.
- [10] THURLOW J S, JOSHI M, YAN G F, et al. Global epidemiology of end-stage kidney disease and disparities in kidney replacement therapy[J]. *Am J Nephrol*, 2021, 52(2): 98-107.
- [11] CHEN H W, HSIEH C B, HSIEH T Y, et al. Tacrolimus concentrations were not affected by glecaprevir/pibrentasvir treatment for hepatitis C virus infection in an adult living donor liver transplant recipient with uremia[J]. *J Formos Med Assoc*, 2021, 120(6): 1408-1409.
- [12] VERNOOIJ R W M, BOTS M L, STRIPPOLI G F M, et al. CONVINCE in the context of existing evidence on haemodiafiltration[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2022, 37(6): 1006-1013.
- [13] YU M L, KAO J H. Reply to "Tacrolimus concentrations were not affected by glecaprevir/pibrentasvir treatment for hepatitis C virus infection in an adult living donor liver transplant recipient with uremia"[J]. *J Formos Med Assoc*, 2021, 120(6): 1410-1411.
- [14] ZAVACKA M, ZELKO A, MADARASOVA GECKOVA A, et al. Vascular access as a survival factor for the hemodialysis population: a retrospective study[J]. *Int Angiol*, 2020, 39(6): 525-531.
- [15] ALI M, EJAZ A, IRAM H, et al. Frequency of intradialytic complications in patients of end-stage renal disease on maintenance hemodialysis[J]. *Cureus*, 2021, 13(1): e12641.
- [16] 刘颖, 孙艳玲, 胡静雅, 等. 不同血液净化模式对尿毒症患者短期并发症及预后的影响[J]. *中华肾脏病杂志*, 2022, 38(3): 203-210.

(童颖丹 编辑)

**本文引用格式:** 刘倩, 蒲萌萌, 杨凯, 等. 不同频率血液透析滤过联合高通量血液透析治疗尿毒症的效果分析及对预后的影响[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(6): 71-76.

**Cite this article as:** LIU Q, PU M M, YANG K, et al. Effects of different frequency of hemodiafiltration combined with HFHD on clearance of uremic toxins and prognosis of uremia[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2023, 33(6): 71-76.